

Aus der Medizinischen Universitäts-Poliklinik Basel
Direktor: Prof. Dr. O. Gsell
Arbeit unter Leitung von PD. Dr. H. K. von Rechenberg, Oberarzt

Beitrag zur intramuskulären Injektion

**Anatomische Untersuchung und klinische Prüfung der neuen intraglutäalen
Injektionstechnik nach v. Hochstetter**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät der Universität Basel

vorgelegt von
RUDOLF SCHMIDT
von Basel

1957
Druck von Benno Schwabe & Co.
Basel

Aus der Medizinischen Universitäts-Poliklinik Basel
Direktor: Prof. Dr. O. Gsell
Arbeit unter Leitung von PD. Dr. H. K. von Rechenberg, Oberarzt

Beitrag zur intramuskulären Injektion

**Anatomische Untersuchung und klinische Prüfung der neuen intraglutäalen
Injektionstechnik nach v. Hochstetter**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät der Universität Basel

vorgelegt von
RUDOLF SCHMIDT
von Basel



1957
Druck von Benno Schwabe & Co.
Basel

Von der medizinischen Fakultät genehmigt auf Antrag
von Prof. Dr. O. Gsell

Tag der Promotion: 10. Juli 1957

Erschienen in den «Helvetica Medica Acta», Vol. 24, Fasc. 5

MEINEN LIEBEN ELTERN GEWIDMET

Die intramuskuläre Injektion ist seit ihrer Einführung in die Therapie (*Auspitz* 1877, *Luton* 1882) zu einem geläufigen Eingriff in der täglichen Praxis geworden. Sie ist aber auch Ursache von Komplikationen, die zu einer bleibenden gesundheitlichen Schädigung des Patienten führen können. Da «*primum nil nocere*» Grundbedingung ärztlicher Therapie ist, müssen Arzt und Krankenschwester die Gefahren der intramuskulären Injektion sowie die Maßnahmen zur Verhütung von Spritzenschäden kennen. *von Hochstetter* hat 1955 auf Grund seiner anatomischen Untersuchungen eine neue Injektionsmethode empfohlen, die wir in der vorliegenden Arbeit auf ihre klinische Brauchbarkeit geprüft haben.

I. Die intramuskuläre Injektion und ihre Gefahren

1. Die Gefahren im allgemeinen

Die Schäden nach intramuskulären Einspritzungen «sind viel häufiger als vielfach angenommen wird. Es sind keineswegs nur Schreckgespenster, die in Lehrbüchern als Warnung stehen, sie sind bittere Wirklichkeit» (*M. Lange* 1954). Abgesehen von der Schädigung des Patienten durch einen relativ so einfachen Eingriff, gefährden langwierige Haftpflichtprozesse das Vertrauensverhältnis zwischen Arzt und Patient. Die Gefahren der intramuskulären Injektion sind: Infiltrat, Abszeß, Gefäßwandschädigung, Medikamentembolie, Hämatom und Nervenläsion. Unter den schweren Komplikationen dominiert die Ischiadicuslähmung, deren Entstehung in den letzten Jahren Gegenstand ausgedehnter Diskussionen gewesen ist.

2. Die «Spritzenlähmung» des *N. ischiadicus*

Perret teilt die Lähmungen nach dem zeitlichen Auftreten der Symptome ein:

1. *Sofortlähmung mit Sofortschmerz*: Sie ist durch eine intraneurale Injektion bedingt.

2. *Sofortlähmung ohne Sofortschmerz*: Sie entsteht durch paraepineurale Injektion.

3. *Subakute Lähmung*: Hier erscheinen die Parese oder die Schmerzen erst nach Minuten bis Tagen. Das Intervall entsteht durch paraepineurale Injektion mit verzögert eintretender Reaktion an der Strombahn des Nerven oder seltener durch Diffusion des Medikaments.

Dracklé und *M. Lange* sprechen aber schon von subakuter Parese, wenn diese auftritt, nachdem ein größerer Teil des Medikaments injiziert wurde bzw. Sekunden bis Minuten nach beendeter Injektion. Bei längerer Latenz sprechen sie von:

4. *Spätlähmungen* (-schäden): Diese werden auf infektiös-toxische Schädigung durch die Grundkrankheit, auf Diffusion bzw. hämatogene Fernwirkung des Medikaments zurückgeführt.

v. *Hochstetter* hat noch einen weiteren Lähmungstyp angeführt:

5. *Spätlähmung mit Sofortschmerz*: Sie wird durch paraneurale Injektion verursacht. Das freie Intervall entsteht durch die abschirmende Kraft der nervalen Bindegewebshüllen und «ist somit *kein* Kriterium für eine korrekt durchgeführte Injektion».

Bodechtel, *Scheid*, *Demme* und *Löwenstein* schließen in jedem Falle einer Ischiadicusläsion auf eine fehlerhafte Injektionstechnik. *Nedelmann*, *Birkenfeld*, *Derwort*, *von der Heydt*, *Köstlin*, *Glückert*, *Dracklé*, *M. Lange* und besonders *Perret* fassen nur die Sofortlähmung als Zeichen einer fehlerhaften Einspritzung auf, während die subakute und Spätlähmung «erst nach kritischer Würdigung *aller* maßgebenden Punkte» beurteilt werden können (*Perret* 1949).

Perret fand unter 44 genau beurteilbaren Fällen 40 Sofortlähmungen, davon 33 ohne Sofortschmerz. Von den 29 Fällen *Schärers* (1956) waren 20 Sofortlähmungen, darunter aber 14 Fälle mit Sofortschmerz. In beiden Aufstellungen dominieren also die Sofortlähmungen, die heute allgemein auf eine paraneurale Injektion zurückgeführt werden. Die intraneurale Einspritzung kommt praktisch nicht vor (*Glückert* und *Benoit*, *von Hochstetter*).

Für die Entstehung der Spritzenlähmung sind die chemischen Eigenschaften des Medikaments von untergeordneter Bedeutung; das zeigt schon die Verschiedenheit der injizierten Mittel. Es ist auffällig, daß die am häufigsten verwendeten Medikamente auch die meisten Lähmungen hervorgerufen haben (*M. Lange*, *Perret*, *Derwort*, *Lüthy*, *von Hochstetter*, *Schärer*).

Da es Varianten des Ischiadicusverlaufes von der Art, daß der Nerv bei korrekter Technik erreicht werden könnte, nicht gibt (*von Hochstetter*), beruht die Entstehung dieser schweren Spritzenschäden hauptsächlich auf einer falschen Injektionstechnik.

II. Die bisherigen Methoden der intramuskulären Injektion

1. Die Injektionsorte

A. Die Injektionsorte der Gesäßgegend

1877 sucht *Auspitz* (Wien) die bei der subcutanen Sublimattherapie so häufigen Infiltrate und Abszesse zu vermeiden, indem er routinemäßig in die Muskeln spritzt. Er injiziert «in die Hinterbacke, die Haut quer durchstoßend und die Nadel bis in das Muskelfleisch vorschiebend». *Matthés* (Frankfurt) übernahm dieses Verfahren und berichtet 1879 über ca. 850 ohne Abszeß verlaufene Injektionen. 1882 spritzt *Luton* bestimmte Medikamente zwecks rascherer Resorption in die Muskulatur und empfiehlt «un muscle volumineux, tel que le vaste externe fémoral». 1886 hat *Schadek* mittels einer 5 cm langen Nadel «in die Mm. glutaei, fast senkrecht und zwar etwas von oben nach unten möglichst tief unter die Aponeurose eingestochen». *Balzer* und *Reblaub* (1888) injizieren «intramuskulär» in die Hinterbacken. Nach *Buschke* (1903) werden die Injektionen am besten «ca. in der Mitte der Glutaeen, etwas

oberhalb des Trochanter» vorgenommen. 1908 empfiehlt *Lane* «the centre of a line, drawn between the anterior superior spine of the ilium and the summit of the intergluteal fold». 1910 wählt *Bettmann* den «oberen äußeren Quadranten» der beiden «Halbkugeln». *Neisser* (1911) benützt das äußere Drittel der Duhotschen Linie (Verbindung der Spina iliaca ant. sup. mit der Kreuzbeinspitze), wobei der Stich nach außen gerichtet ist. 1912 injiziert *Schindler* mit einer 6 cm langen Nadel nur noch in den M. gluteus medius und gibt eine ebenso komplizierte wie unsichere Technik an. *Wilder* (1924) läßt die Injektion nur im Gebiet oberhalb der Verbindungslinie vom Trochanter major zum Beginn der Rima ani zu. Darin liegt aber der größte Teil des Foramen ischiadicum majus! *Kottmann* (1927) fordert die Injektion zwischen mittlerem und äußerem Drittel der Duhotschen Linie. *Fried* (1933) und *Stursberg* (1934, 1953) suchen den M. gluteus medius ein paar Zentimeter unterhalb der Crista iliaca in der mittleren, *Hart, Köstlin* und *Birkenfeld* (1938) in der hinteren Axillarlinie auf. *Schmuttermayer* (1936) fordert strenge Beschränkung auf die äußeren Anteile des oberen äußeren Quadranten und spritzt nur in den M. gluteus medius mittels 6–7 cm langer Nadeln. *Scheid* benützt nur die dem Darmbeinkamm benachbarten Anteile dieses Quadranten. *Lanz* und *Wachsmuth* (1938) begrenzen das Feld zur Einspritzung nach oben durch die Crista iliaca, nach unten durch die Verbindung der Spina iliaca ant. sup. mit der Spina iliaca post. sup. *Christahl* (1940) publiziert eine von *Port* (1955) ebenfalls empfohlene Methode zur Bestimmung des Injektionsortes, gelangt aber damit zu weit medial und caudal. *Morandi* (1941) empfiehlt die Injektion oberhalb der Linea spino-trochanterica posterior. Diese Linie dient jedoch zur Auffindung des Foramen suprapiriforme! *Trutmann* (1942) empfiehlt die Gegend direkt unterhalb der am meisten lateral gelegenen Partie der Crista iliaca. *Perret* (1947) weist darauf hin, daß im oberen äußeren Quadranten die Nadel auf die Crista gerichtet sein müsse. *Glückert* (1951) sticht zwei Querfinger unterhalb des Beckenkamms senkrecht zur Hautoberfläche. 1955 haben *Fuhrmann* und *Grünwaldt* 6000 Irgapyrin-Injektionen ohne Zwischenfall beobachtet. Sie injizierten nach *Stursberg* zwei Querfinger unterhalb der Crista in der mittleren Axillarlinie. *Lüthy* (1955) bestimmt das Injektionsgebiet, indem er über dem Trochanter bis zur Crista iliaca eine Senkrechte errichtet. In ihre Mitte legt er einen nach oben offenen rechten Winkel, der durch die Senkrechte halbiert wird. Das ganze so umschlossene Gebiet verwendet er zur Einspritzung.

B. Die übrigen Injektionsorte

a) *Die Vorderaußenseite der Oberschenkelmuskulatur.* – Nach *Alter* ist die beste Stelle zur intramuskulären Injektion «nicht der obere äußere Quadrant, sondern die vordere und äußere Oberschenkelmuskulatur». Der Patient läuft nicht Gefahr, auf einem eventuell auftretenden Infiltrat liegen zu müssen; darüber hinaus würde sich eine Therapie mit Umschlägen sehr leicht durchführen lassen. Die Injektion in den Oberschenkel ist aber schmerzhafter (*Köstlin, Trutmann*) und etwaige Infiltrate an dieser Stelle behindern die ambulanten Patienten weit mehr, als wenn sie im Gesäß liegen würden (*Goldhahn*). *Stör* empfiehlt den Oberschenkel wegen der Keimarmut und der Vermeidung decubitusgefährdeter Stellen, während *Uhlenbruck* nur bei Unmöglichkeit der intraglutealen Injektion und *Wigand* nur bei Unsauberen und Schwerkranken am Oberschenkel injizieren. *Schärer* (1956) schlägt außer der Glutäalgegend das mittlere Drittel des M. quadriceps femoris vor. Damit läßt er aber eine Injektion in den viel zu weit medial gelegenen M. vastus medialis zu, in dessen unmittelbarer Nähe die A. femo-

ralis verläuft. *Köstlin* erwähnt nur den *M. vastus lateralis* und den *M. biceps femoris*. Eigenartigerweise warnt er vor der Läsionsmöglichkeit des *N. cutaneus femoris lateralis*, der *A. circumflexa femoris lateralis*, deren *Ramus descendens* und der *Aa. perforantes*, vergißt aber den *N. ischiadicus*, der unmittelbar unter dem *Biceps* verläuft! *Kolle* (1951) berichtet über eine irreparable Sofortlähmung des *Ischiadicus* nach Injektion «in die Mitte der Beugeseite des Oberschenkels». *Moritsch* (1955) und *Schönbauer* (1955) vermeiden den Oberschenkel wegen der Gefahr einer intraarteriellen Injektion. Nach *Friedrich* mußte einem 10jährigen Kind wegen einer Fehlinjektion in die *A. femoralis* das Bein amputiert werden.

Der Oberschenkel besitzt keine festen und deutlichen Marken, die einen Injektionsort rasch und sicher bestimmen lassen. Die Vorteile – Vermeidung decubitusgefährdeter Stellen und gute Zugänglichkeit – sind kein ausreichender Grund, die intraglutäale Injektion als die gebräuchliche zu verlassen.

b) *Die Beugemuskulatur am Oberarm.* – *Stöcklin* berichtete über rund 350 000 intramuskuläre Calciuminjektionen. Er verzichtete auf die intraglutäale Injektion, da er die Einspritzung in den *Biceps*, «nicht zu tief in der Ellenbeuge», bei serienmäßiger Applikation wesentlich einfacher und namentlich ungefährlicher fand. Nach *Wigand* sollen nur kleinere Mengen (bis zu 2 cm³) in den *Biceps* gespritzt werden. *Goldhahn* gestattet die Injektion am Oberarm nur dem Arzt, und auch ihm nur bei Unmöglichkeit der Verwendung anderer Injektionsorte.

c) *Die Streckmuskulatur am Oberarm.* – *Döllken* empfiehlt die Injektion in die Streckmuskeln des Oberarms auf Grund vieler tausend Einspritzungen, während *Wanke* diesen Ort nur ausnahmsweise verwendet. Bei der serienmäßigen Applikation hat es sich als praktisch erwiesen, in den *Biceps* oder *Triceps brachii* zu injizieren («Pharmakologie und Klinik», Sandoz). Nach *Stursberg*, *Glückert* und *Stör* ist sowohl die subcutane wie die intramuskuläre Injektion am Oberarm prinzipiell zu unterlassen, da der *N. radialis* bei abgemagerten und asthenischen Patienten relativ sehr oberflächlich liegt. Die Distanz zwischen Haut und Nerv beträgt selbst bei muskelstarken Individuen stellenweise nicht mehr als 3 cm (*Stör*).

Stör, *Schmuttermayer*, *Kestermann*, *Ballmann*, *Weber*, *M. Lange* u. a. berichten über *Radialisparesen* und raten von der Injektion in den Oberarm dringend ab, die nach *Kalk* und *Frobenius* sogar ein Kunstfehler ist. *Ballmann* (1937) errechnete auf 5000 Einspritzungen eine *Radialisparese*. *Ziehen* führt eine *Ulnarisparese* auf eine weit mediale oder sehr tiefe Injektion zurück. *Stepp* berichtet über eine unbeabsichtigte intravenöse Injektion, die zu einem bedrohlichen Lungenödem geführt hat.

Wohl sind die in der Literatur erwähnten Fälle von *Radialisparese* weniger zahlreich als die *Ischiadicusparesen*; der Oberarm wird aber auch viel seltener als Injektionsstelle benützt als die Glutäalgegend. Da am Oberarm mangels geeigneter Knochenmarken der Injektionsort ebenfalls nicht genau bestimmt werden kann, sollte die intramuskuläre Injektion an dieser Stelle unterbleiben.

d) *Die Streckmuskulatur am Vorderarm.* – *Remak* (1900) sammelte 25 Fälle von Lähmung des N. radialis profundus nach subcutaner (!) Injektion am Vorderarm. *Köstlin* hält die Vorderarmstrecker als Injektionsort für ungeeignet. Noch 1951 berichtet *Weber* über zwei Fälle von Parese des N. radialis profundus. Eine Einspritzung an diesem Ort behindert die Beweglichkeit der Hand und gefährdet den N. radialis profundus.

e) *Die Brustmuskulatur.* – Wegen der geringeren Keimbesiedlung der Haut sollten nach *Fritzsche* die Injektionen prinzipiell in die obere Körperhälfte erfolgen, und zwar vor allem in die Brustgegend. Auch *Uhlenbruck* erwähnt den M. pectoralis major. Die Autoren machen keine genauen Angaben über die Injektionstechnik. Einspritzungen in den Pectoralis sind schon im Hinblick auf die Funktion des Armes ungünstig. Bei lateraler Injektion sind die muskeleigenen, bei ungeschicktem Vorgehen sogar die großen Gefäße und Nerven der Achselhöhle bedroht. Medial erreicht der Muskel meist nur eine geringe Dicke, so daß eine Einspritzung in den Brustraum nicht ausgeschlossen ist.

f) *Die Schultermuskulatur.* – Bei unsauberen Patienten zieht *Baumann* die Injektion in den M. deltoideus derjenigen in die Glutäen vor. *Kolb* und *Gray* (1946) berichten über einen Mann, der durch eine Injektion in den Deltamuskel eine Lähmung des N. axillaris und des N. suprascapularis erlitt. Auch die Einspritzung in den M. deltoideus behindert die Beweglichkeit des Armes und gefährdet die benachbarten Nerven des Plexus brachialis und das Schultergelenk.

2. Die Injektionstechnik

Schon seit langem ist betont worden, daß der obere äußere Quadrant der Gesäßgegend für eine einwandfreie Injektion keine Sicherheit bietet. Der obere äußere Quadrant ist zum Schlagwort geworden; seine Definition ist allerdings alles andere als eindeutig. Tatsächlich injiziert nur derjenige «korrekt» in diesem Bereich, der die Regio glutealis in weitester Fassung

Tabelle 1		Ärzte
1. Injektionsort:		
meist Kuppe der Gesäßbacke	1	
«oberer äußerer Quadrant» der Gesäßbacke.	2	
«oberer äußerer Quadrant» der Gesäßbacke mit Stichrichtung nach lateral	2	
«oberer äußerer Quadrant» des Gebietes bis zur Trochanter-senkrechten	2	
oberer äußerer Quadrant korrekt	3	
oberer äußerer Quadrant korrekt, an dessen medialer Grenze, zwei Querfinger unterhalb des Beckenkamms	2	
oberer äußerer Quadrant korrekt, äußerer Teil, Stichrichtung nach lateral	1	
nach <i>Lüthy</i>	2	
nach <i>von Hochstetter</i>	4	
nur bestimmte Medikamente nach <i>von Hochstetter</i> , sonst korrekt im oberen äußeren Quadranten	1	

2. Stellung des Patienten:	Ärzte	3. Nadellänge:	Ärzte
stehend	5	6–8 cm	4
liegend.	8	6 cm	3
meist stehend	2	4–6 cm	6
meist liegend	3	4 cm	7
sitzend.	1		
meist sitzend	1		

unterteilt (Abgrenzung nach oben durch die Crista iliaca von der Spina iliaca anterior superior bis zur Spina iliaca posterior superior, nach vorne durch den Vorderrand des M. tensor fasciae latae, nach unten durch die Glutäalfalte und nach hinten durch die Rima ani). Wir beobachteten aber wiederholt an Leichen Einstiche unterhalb und medial des Quadranten. Es erschien uns deshalb wichtig, zu wissen, in welche Gegenden der Arzt intramuskulär injiziert. Eine Umfrage bei 20 Ärzten ergab das in Tabelle 1 wiedergegebene Resultat. Diese Tabelle läßt die oft ungenaue Einteilung der Glutäalgegend erkennen, die sogar in Lehrbüchern und Publikationen über Ischiadicuslähmungen zu finden ist. Die praktische Anatomie dieses Gebietes scheint demnach noch ungenügend bekannt zu sein.

III. Die Anatomie der Gesäß-Hüft-Gegend und der «ventrale» Injektionsort nach von Hochstetter

Es ist das Verdienst von *Hochstetters*, die anatomischen Gegebenheiten der Gesäß-Hüft-Region in bezug auf die intramuskuläre Injektion erschöpfend dargestellt zu haben. Der hintere Teil der Gesäßgegend wird vom M. gluteus maximus eingenommen, der das Foramen ischiadicum majus mit allen austretenden großen Gefäßen und Nerven bedeckt. Über dem Muskel befindet sich der bis zu 5 cm dicke Panniculus adiposus der Nates, der wegen seiner straffen Verankerung mit der Lederhaut und der Muskelfascie wenig verschieblich ist, so daß die palpatorische Abschätzung der Dicke desselben erschwert wird. Zwischen dem großen Gesäßmuskel einerseits und dem dorsalen Randteil des M. gluteus medius und der tiefen Muskelschicht (M. piriformis, Mm. gemelli, M. obturatorius internus) anderseits befindet sich ein bis zu 2 cm dickes Fett-Bindegewebs-Lager, das Stratum subglutaeale. Es umhüllt die aus dem Foramen ischiadicum majus austretenden Gebilde und setzt sich entlang dem N. ischiadicus in das subfasciale Bindegewebe des Oberschenkels fort. Über dem Ischiadicus treten Äste der Vasa glutea inferiora an den großen Gesäßmuskel heran.

Im mittleren Teil der Gesäßgegend liegt der dorsale Abschnitt der kleinen Glutaei (medius und minimus). Hier erreicht der Panniculus adiposus seine größte Dicke. Zwischen den beiden Muskeln befindet sich ein Fett-Bindegewebs-Lager, das Stratum interglutaeale (*von Hochstetter*), welches Gefäße und Nerven enthält. Seine Dicke beträgt im dorsalen Randbereich nach eigenen Messungen bis 1 cm. Knapp handbreit unter der Crista iliaca findet sich hier ein bis zu 25 mm breites Gefäß-Nerven-Band mit dem N. gluteus

superior und der A. glutaëa superior, dem stärksten der aus dem großen Hüftloch austretenden Gefäße mit einem Durchmesser von 0,5 cm (*Lanz und Wachsmuth*). Das lockere Begleitbindegewebe reicht mittels schmaler Bindegewebsbrücken durch das Foramen suprapiriforme hindurch bis an die Wurzeln des Ischiadicus heran. Das Gefäßband teilt sich 4 cm ventral von der Incisura ischiadica major in zwei Äste. Die kraniale Gefäßstraße, 10 bis 15 mm breit, zieht dem Oberrand des M. glutaëus minimus folgend zur Eminentia cristae iliaceae. Das caudale Gefäßband, 10–20 mm breit, verläuft mit den kräftigsten Ästen des N. glutaëus superior über die Mitte des M. glutaëus minimus. Der zwischen den beiden Gefäßbändern gelegene Teil des Stratum interglutaëale ist meist locker, doch findet sich manchmal auch hier eine dicke Fettschicht. Die beiden Arterienäste besitzen kräftige Begleitvenen, die zusammen mit den starken Ästen des N. glutaëus superior noch im Bereich des gebräuchlichen Injektionsortes über dem M. glutaëus medius eine breite Gefäß-Nerven-Platte bilden.

Der vordere Teil der Gesäß-Hüft-Gegend umfaßt in der Hauptsache die vorderen Anteile der kleinen Glutäen. Die Subcutis erreicht hier nur eine geringe Dicke und ist mit der Haut gut verschieblich. Durch die häufige Verbindung der beiden Muskeln in ihrem ventralen Abschnitt entsteht eine nach hinten offene Tasche, die in ihrem Spalt das 1–3 mm dicke Stratum interglutaëale mit den sich fächerförmig aufteilenden Gefäßen und Nerven enthält. Mit Ausnahme eines dünnen, bogenförmig nach vorne laufenden Astes für den M. tensor fasciae latae liegen hier nur muskeleigene Zweige der kleinen Glutäen. Die A. glutaëa superior steht nach vorne über den Schenkelhals hinweg mit der A. circumflexa femoris lateralis in Verbindung. Diesen ventralen Abschnitt der kleinen Glutäen, der von den großen Gefäßen und Nerven am weitesten entfernt ist, hat *von Hochstetter* als Injektionsort empfohlen. Die knöcherne Grundlage des Einspritzungsfeldes hat eine natürliche Begrenzung: nach oben durch die Crista iliaca, nach vorne durch den freien Rand der Darmbeinschaukel unter der Spina iliaca anterior superior, nach unten durch die Linea supraacetabularis und nach hinten durch eine Knochenleiste, die von der Eminentia cristae iliaceae zur Hüftpfanne verläuft. Wir schlagen vor, dieses neue Gebiet als «*ventro-glutäalen Injektionsort*» zu bezeichnen.

Als Eminentia cristae iliaceae bezeichnet *von Hochstetter* den am weitesten nach lateral vorspringenden Teil des Beckenkammes. Sie bildet eine dreieckförmige, mit ihrer oberen Fläche schräg nach unten außen gerichtete Verdickung der Crista iliaca und liegt ca. 6 cm hinter der Spina iliaca ant. sup. Der transversale Abstand der beiden Eminentiae cristae iliaceae bildet die Distantia cristarum der Geburtshelfer.

Von Hochstetter fand die Muskulatur im mittleren Bereich dieser Gegend durchschnittlich 4 cm dick. Selbst bei abgemagerten Individuen war sie «stets mächtiger als das Muskelfleisch der übrigen Gesäßgegend». Andererseits war der Panniculus adiposus dünner als dorsal und überschritt nie 4 cm.

IV. Die Injektionstechnik nach von Hochstetter

Von Hochstetter bestimmt zuerst die Lage des vorderen Darmbeinstachels. «Dann drückt man die Hand so auf die Hüfte des Patienten, daß der Handteller den großen Rollhügel fühlt. Zeige- und Mittelfinger werden maximal gespreizt. Die Spitze des ventral gelegenen Fingers tastet den vordern Darmbeinstachel am besten so, daß die Fingerkuppe vor der Spina in die Weichteile drückt und dadurch die verschiebbliche Haut fixiert. Bei Palpation mit der linken Hand ist der ventrale Schwurfinger auf der linken Hüfte des Patienten der Mittelfinger, auf der rechten Hüfte aber der Zeigefinger. Bei kleinen Fingern gleicht man die Kürze der Finger dadurch aus, daß nicht die Mitte des Handtellers, sondern die Handwurzel auf den Trochanter drückt ... Manchmal erreicht der dorsale Schwurfinger auch noch die Eminentia cristae iliacae. Jedoch ist dies nicht nötig, weil er, maximal ab gespreizt, auf alle Fälle die dorsale Grenze des Injektionsfeldes korrekt bestimmt». Die Nadelachse soll senkrecht zur Hautoberfläche, «eher etwas gegen den Darmbeinkamm als gegen den Trochanter major gerichtet sein» und keinen der Finger unterkreuzen. Der Einstich erfolgt im mittleren Bereich des durch die beiden Schwurfinger begrenzten Feldes nahe dem dorsalen Finger. Auch bei korpulenten Individuen sind 5 cm Stichtiefe genügend. Beim Auftreffen auf den Knochen zieht man die Nadel um 1–2 cm zurück.

V. Eigene Untersuchungen über die intraglutäale Injektion

Das «ventro-glutäale» Injektionsgebiet wird im folgenden einem «dorsalen» Injektionsort gegenübergestellt, der 3 Querfinger hinter der Eminentia cristae iliacae und 3 Querfinger unterhalb des Beckenkamms und somit sogar höher und lateraler als das bisher gebräuchliche Einspritzungsgebiet gelegen ist.

1. Anatomischer Teil

A. Die Verteilung von Fett- und Muskelgewebe in der Gesäß-Hüft-Gegend – Die Treffsicherheit der intramuskulären Deponierung

Zur Überprüfung der anatomischen Verhältnisse haben wir an 70 nicht konservierten Leichen je zwei Tusche-Einspritzungen, eine am ventro-glutäalen und eine am dorsalen Injektionsort, vorgenommen. Ventral wurde senkrecht zur Haut eingestochen, dorsal etwas nach oben und außen abgewichen. Die Nadellänge betrug 8 cm, das Injektionsdepot 2,5 cm³. Wir haben uns bemüht, die Injektionen möglichst wie am Lebenden durchzuführen.

Geprüft wurden: 1. Stichtiefe, 2. Fettdicke, 3. Muskeldicke, 4. Lage des Depots und 5. Ausbreitung des Depots.

a) *Untersuchungen an 34 männlichen Leichen.* – Am ventralen Injektionsort betrug die Stichtiefe im Durchschnitt 2,8 cm (maximal 3,5 bis minimal 1,5 cm). Das subcutane Fettgewebe war im Mittel 1,1 cm (3,0–0,4 cm) dick. Die Muskeldicke schwankte zwischen 4,0 und 1,5 cm und betrug durch-

schnittlich 2,9 cm. Das Depot fand sich 32mal ausschließlich im Muskel, 2mal hatte es sich teilweise im dünnen Stratum interglutaeale ausgebreitet.

Nur einmal fanden wir bei einer kachektischen Leiche (Diabetes mellitus) das Stratum interglutaeale 1 cm dick. Von der stark verfetteten, gelblichen Muskulatur ließ es sich makroskopisch nicht abgrenzen.

Am *dorsalen* Injektionsort sind alle Werte ungünstiger. Die mittlere Stichtiefe betrug 4,0 cm (5,5–2,5 cm). Das Fettgewebe war durchschnittlich 3,0 cm (6,0–0,5 cm), das Muskelgewebe 2,2 cm (3,5–0,5 cm) dick. Das Depot lag 31mal intramuskulär, 2mal interglutäal und 1mal tief subcutan, direkt über der Fascie.

Tabelle 2

	Stichtiefe			Fettdicke			Muskeldicke			Deponierung		
	d.	max.	min.	d.	max.	min.	d.	max.	min.	i.m.	s.c.	Str. igl.
Ventro-glutäal	2,8	3,5	1,5	1,1	3,0	0,4	2,9	4,0	1,5	32	–	2
Dorsal	4,0	5,5	2,5	3,0	6,0	0,5	2,2	3,5	0,5	31	1	2

d. = durchschnittlich max. = Maximalwert
min. = Minimalwert Str. igl. = im Stratum interglutaeale

Bei einer kachektischen Leiche (ausgedehnte Metastasierung nach Resektion eines Ca. ventriculi) wurde die Nadel am dorsalen Ort durch den Knochenwiderstand unter den stark geschwundenen Weichteilen (Fett 0,5 cm, Muskel 0,5 cm) abgebogen und konnte nicht eingestochen werden. Die ventro-glutäale Injektion hingegen gelang gut (Fett 0,5 cm, Muskel 1,5 cm!).

b) *Untersuchungen an 36 weiblichen Leichen.* – Am ventro-glutäalen Injektionsort war die Stichtiefe mit 3,1 cm (5,0–2,0 cm) etwas größer als bei Männern, und zwar infolge der größeren Fettdicke von 1,8 cm (4,0–0,3 cm), während die Muskeldicke mit 2,5 cm (3,5–1,5 cm) unter den bei Männern gefundenen Werten lag. Das Injektionsdepot befand sich 34mal intramuskulär, 1mal zum größten Teil und 1mal zum kleinen Teil im Stratum interglutaeale. Daß sich das Depot einerseits im Muskel, anderseits im intermuskulären Bindegewebe vorfand, erklären wir durch eine Verschiebung der Nadelspitze während der Injektion.

Tabelle 3

	Stichtiefe			Fettdicke			Muskeldicke			Deponierung		
	d.	max.	min.	d.	max.	min.	d.	max.	min.	i.m.	s.c.	Str. igl.
Ventro-glutäal	3,1	5,0	2,0	1,8	4,0	0,3	2,5	3,5	1,5	34	–	2
Dorsal	4,7	8,0	1,5	4,7	12,5	1,5	1,9	3,5	0,7	28	5	3

Am *dorsalen* Injektionsort betrug die mittlere Stichtiefe 4,7 cm (8,0 bis 1,5 cm). Die Fettdicke hatte im Durchschnitt ebenfalls 4,7 cm (12,5–1,5 cm). Der mittlere Wert der Muskulatur erreichte 1,9 cm (3,5–0,7 cm). 28mal lag das Depot im Muskel, 5mal subcutan und 3mal interglutäal. Die hohen Werte der Fettdicke lassen natürlich eine größere Zahl subcutaner Fehlinjektionen erwarten, besonders wenn schräg injiziert wird.

c) *Ausbreitung der Depots.* – Die Injektionsstelle wurde ca. 15 Minuten nach der Einspritzung eröffnet. Die Depots zeigten sich im Muskel als ca. 6 cm lange, parallel den Muskelfasern gerichtete Spindeln, deren größte Breite etwa 2 cm betrug. Die subcutanen Depots waren kugelig oder ovoid geformt.

Die Autoren (*Stör, Birkenfeld, Goldhahn, Perret* u. a.), welche die subakuten und Spätlähmungen durch Diffusion des Medikaments «von weit her» erklären, stützen sich auf die Hochdruckanästhesie von *Kirschner* (1931), bei der mit 3 atü injiziert und eine Ausbreitung der Depots auf über 30 cm gemessen wurde. Der Vergleich ist aber nicht zulässig, da *Kirschner* 50–300 cm³ einspritzte. Mit der gewöhnlichen Handspritze und einer Menge von 5 cm³ verteilt sich die Flüssigkeit nicht einmal auf ein Drittel dieser Distanz (*von Hochstetter*). Bei Verstorbenen, die ante mortem Einspritzungen erhalten hatten, beobachtete *Külbs* eine Ausbreitung der Medikamente in einem Radius von 5–10 cm. Sie war minimal, wenn langsam und in Muskelmitte injiziert worden war. *Fuhrmann* und *Grünwaldt* sahen im Röntgenbild beim Kaninchen, daß sich die Medikamente über eine größere Strecke verteilen können, besonders den Muskellücken und -scheiden entlang.

Im Röntgenbild beobachtete *von Hochstetter* bei der Prüfung seiner Methode am Lebenden, daß sich die Depots in Richtung der Muskelfasern, besonders entlang größerer Bindegewebsstreifen ausbreiteten. «Das Depot blieb immer auf die ventrale Darmbeinschaukel beschränkt, sein dorsaler Rand im Minimum 4 cm von der Incisura ischiadica major entfernt.» Da die Konzentration des Medikaments durch die Gewebsflüssigkeit stark erniedrigt wird (*Prader*), erreichen um so geringere und unschädlichere Mengen den Nerven, je weiter dieser vom Injektionsort entfernt ist.

d) *Diskussion.* – Die Vorteile der Injektion in den ventralen Teil der kleinen Glutäen sind klar ersichtlich: Größere Muskellager bei geringerer Dicke des Panniculus adiposus (Maximalwert 4 cm) und deshalb Vermeidung der subcutanen Fehldeponierung. Das Stratum interglutaeale ist sehr dünn (0,1–0,2 cm), oft überhaupt nicht sichtbar. Die Werte der Fett- und Muskel- dicke zeigen eine größere Konstanz als dorsal.

B. Die möglichen Gefahren am ventro-glutäalen und am dorsalen Injektionsort

An drei nichtkonservierten Leichen haben wir versucht, mittels vom Injektionsort radiär ausgehender Tuscheinjektionen festzustellen, welche grossen Gefäße oder Nerven bei der Einspritzung «mit falscher Stichrichtung und langer Nadel (8 cm)» gefährdet werden können. Die Depots lagen auf zwei halben Kugelschalen mit dem ventro-glutäalen und dorsalen Injektionsort als Mittelpunkte.

Von der ventro-glutäalen Injektionsstelle aus ist es bei mageren Individuen unmöglich, die Nadel nach kranial über die Crista hinaus oder nach ventral in die Inguinalgegend vorzustößen, was wir auch bei den 70 übrigen Leichen unseres Untersuchungsgutes feststellten. Die Kanüle stößt überall auf Knochen oder sie perforiert wegen der zu flachen Stichrichtung die Haut nach außen. Beim Adipösen gelingt es, wenn die Nadel tangential zur Haut nach ventral vorgestoßen wird, die Tusche 2 cm lateral vom N. femoralis zu entleeren. Bei Stichrichtung steil nach vorne unten ist die Injektion in den M. tensor fasciae latae oder in das darüber liegende subcutane Fettgewebe möglich. Bei rein caudaler Stichrichtung spritzt man in das gut entwickelte Fett-Bindegewebe zwischen dem Ansatz des M. gluteus minimus und der Kapsel des Hüftgelenks. Die Injektion in dorsocaudaler Richtung trifft entweder das subcutane Fettgewebe über dem dorsalen Teil des M. gluteus medius, den Muskel selbst oder das Stratum interglutaeale. Der Abstand zwischen dem Foramen ischiadicum majus und dem dorsalen Rand der Depots betrug mindestens 4 cm. Diese Untersuchungen zeigen, daß eine direkte Läsion größerer Gefäße oder Nerven ausgeschlossen werden kann; auch die ungeschickteste Hand wird die Nadel nie tangential zur Hautoberfläche führen. Bei korrekter Technik nach *von Hochstetter* besteht die Gefahr der Schädigung des Nervenastes für den M. tensor fasciae latae und der Zweige für die kleinen Glutäen. Ein Totalausfall aller drei Muskeln ist höchst unwahrscheinlich, der Ausfall des Tensor fasciae latae allein darf verantwortet werden. Mit Sicherheit ist aber hier die Gefahr einer Läsion des N. ischiadicus und des Stammes des N. gluteus superior ausgeschaltet und die Möglichkeit einer arteriellen Embolie äußerst gering. Eine subcutane Deposition ist wegen des dünnen Panniculus adiposus vermeidbar.

Vom *dorsalen* Injektionsort aus gelingt es bei Fettleibigen, das Depot oberhalb des Beckenkammes zu setzen. Nach vorne trifft man das Gebiet der ventralen Anteile der kleinen Glutäen, nach medial hinten die dorsalen Teile der Darmbeinschaukel mit dem Ursprung des M. gluteus maximus. Bei mediocaudaler Richtung fand sich die Tusche im Stratum subglutaeale. Die Depots waren traubig unterteilt und als Ganzes kugelig oder ovoid geformt. Meist lagen sie über dem M. piriformis oder am caudalen Rand desselben, 1–2 cm oberhalb des Ischiadicus. Einmal lag das Depot sogar unter dem Muskel unmittelbar über dem N. ischiadicus. Einmal hatte sich die Tusche um den Rand des Foramen suprapiriforme herum wenige Millimeter in die Beckenhöhle ausgebreitet. Zieht man auch hier die «absolut unkorrekte» Stichrichtung in Betracht, so zeigt sich dennoch, daß die Lage unseres dorsalen Injektionsortes weit gefährlicher ist als die des ventro-glutäalen. Bedenkt man weiter, daß in der Praxis oft medial und caudal von unserem Injektionsort eingestochen wird, so wird die Entstehung der Spritzenlähmungen durch paraneurale Einspritzungen verständlich. Zum mindesten die Sofortlähmungen des N. ischiadicus, nach *Perret* 91% aller Spritzenlähmungen, müssen durch eine Injektion in den «oberen äußeren Quadranten» der

Gesäßbacke erklärt werden. Operative Befunde bei Sofortlähmungen (*M. Lange, Lüthy, Glückert*) haben ergeben, daß der Ischiadicus im Bereich des Foramen infrapiriforme von Narbengewebe umklammert und degeneriert war.

Bei der Injektion in den «oberen äußeren Quadranten» der Gesäßbacke sticht man in den *M. gluteus maximus* oder in das darunter liegende *Stratum subglutaeale*. von *Hochstetter* (1954) beobachtete, daß die kugeligen Depots in diesem Fettgewebe sehr leicht mit dem Ischiadicus in Kontakt traten und über viele Stunden keine deutliche Tendenz zur Ausbreitung zeigten. Er ist deshalb der Ansicht, daß das Depot, welches durch seine Kugelform langsamer resorbiert wird als bei flächenhafter Ausbreitung, sowohl eine subakute als auch eine Spätlähmung hervorrufen kann. Somit besteht auch bei diesen Lähmungen der begründete Verdacht auf eine fehlerhafte Injektion.

Bei «sachgemäßer» Injektion in den dorsalen Teil des *M. gluteus medius* besteht die Gefahr der Läsion des *N. gluteus superior* (*Weber, Derwort, Lüthy* u. a. m.).

Jørgensen (1957) berichtet über eine «Spritzenlähmung» dieses Nerven, die trotz «der heute allgemein anerkannten Injektion in den oberen äußeren Quadranten des Gesäßes (nicht des *M. gluteus maximus*) mit Stichrichtung auf den Darmbeinkamm zu (*Perret*)» aufgetreten ist. Seine Abbildung zeigt allerdings, daß er nur das Gebiet bis zur Trochanterensenkrechten unterteilt.

Die weiteren Gefahren sind die großen Hämatome durch Verletzung der *A. glutea superior* (*Wigand, Hart*) und die folgenschweren intravasalen Injektionen (*Schwartzer*). Da das subcutane Fettgewebe hier seine maximale Dicke erreicht, besteht die große Gefahr der subcutanen Fehlinjektion mit nachfolgender Infiltration und Abszedierung (*Moritsch, Schmitt*).

2. Klinischer Teil

Zur klinischen Überprüfung der Ausführbarkeit der neuen Technik und der subjektiven Beschwerden des Patienten wurden insgesamt 1000 Injektionen gemacht. 500 Injektionen wurden am ventro-glutäalen, 500 am dorsalen Injektionsort vorgenommen. Sie betrafen sowohl ambulante wie hospitalisierte Patienten.

A. Aufsuchen des Injektionsortes – Ein Vorschlag zur Bestimmung der ventro-glutäalen Injektionsstelle

Die Grundbedingung zur sicheren Bestimmung des Injektionsortes ist die genügende Entkleidung des Patienten. Die intramuskuläre Injektion sollte langsam und deshalb am liegenden Patienten vorgenommen werden. Der Patient liegt auf der Seite mit locker gestreckten Beinen, wobei das obere auf dem unteren liegt. Dadurch erschlafft die Muskulatur und der *Tractus iliotibialis* entspannt sich. Bei der mancherorts bevorzugten Injektion im Stehen stützt sich der Patient auf eine Tischplatte und entlastet das zur Injektion bestimmte Bein, indem er sich auf die Gegenseite neigt. Bei Patienten, die nicht umgelagert werden sollten oder können (Herz- und Lungeninfarkte, Thrombophlebitiden, adipöse und dekrepite Patienten usw.)

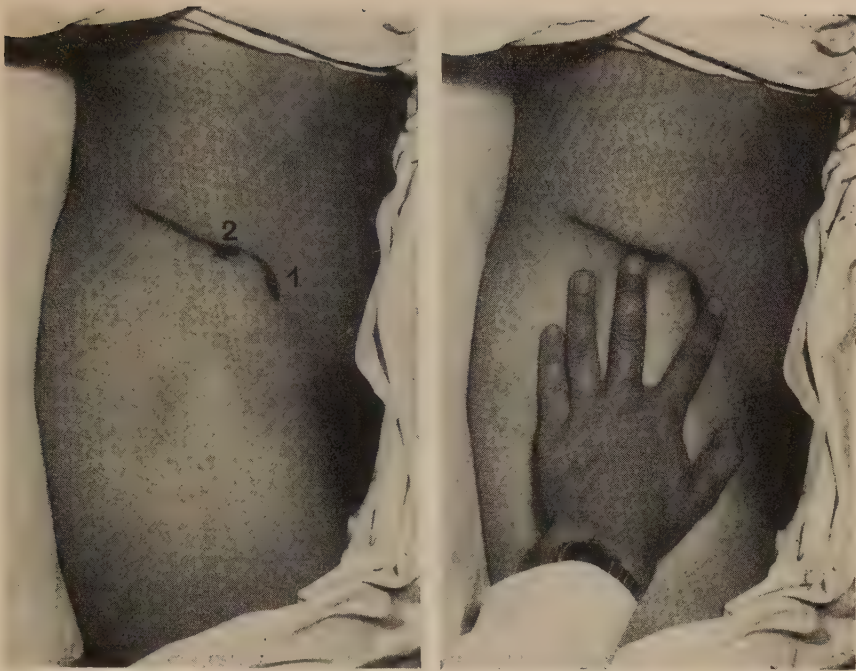


Abb. 1.

Abb. 2.

Abb. 1. Aufgezeichneter ventraler Rand der Crista iliaca mit der Spina iliaca ant. sup. (1) und der Eminentia cristae iliaca (2).

Abb. 2. Anlegen des Handgriffes.

wird in Rückenlage injiziert. Hier hat sich der ventro-glutäale Einspritzungs-ort als sehr vorteilhaft erwiesen. Er allein gestattet eine intraglutäale Injek-tion in Rückenlage. Dabei ist zu berücksichtigen, daß durch die Unterlage die seitlichen Fettpartien nach vorne gedrückt werden, das subcutane Fett-gewebe also nach vorne geschoben wird und dicker ist. Das mag selbst den Geübten unsicher machen, denn der Injektionsort ist etwas verformt. Man muß sich darüber klar sein, daß sich nur das Fettgewebe verschieben kann, nicht aber die Muskulatur. In Rückenlage ist es jedoch meist unmöglich, den Handteller über den Trochanter zu legen, weil der Patient, besonders der adipöse, zu tief in die Matratze einsinkt. Eine Besonderheit sind stark fett-leibige, im Bett sitzende Patienten (Orthopnoe). Bei ihnen legt sich der Hängebauch seitlich über die Crista und verdeckt die Spina iliaca anterior superior und das Injektionsfeld. Hier läßt man sich die Hautfalte von einer Hilfsperson weghalten oder lagert den Patienten für die Zeit der Injektion flach, sofern der Zustand es ermöglicht.

Die Spina iliaca anterior superior läßt sich bei allen Patienten palpieren. Der Trochanter ist in den meisten Fällen gut durchzufühlen, bei fettleibigen oder nur unvollkommen entspannenden Patienten ist die Palpation er-

schwert. Rotationsbewegungen erleichtern der aufgelegten Hand die Lokalisation. Bei kleinen Individuen mit niederem Becken gerät der dorsale Schwurfinger leicht über den oberen Rand der Crista hinaus. Die Injektion erfolgt dadurch zu hoch.

Eine Patientin, die auswärts Phenylbutazon erhielt, verspürte während der dritten Injektion ein heftiges, bis in die Ferse ausstrahlendes Ziehen und Wadenkrämpfe. Die Injektion wurde deshalb sofort abgebrochen. Während $1\frac{1}{2}$ Tagen bestanden Schwäche im Bein und Schmerzen, besonders bei Bewegungen. Die Injektionsstelle lag $1\frac{1}{2}$ Querfinger unterhalb der Eminentia cristae iliacae und somit zu hoch. Durch die zu hohe Einspritzung trifft man, besonders bei Stichrichtung, auf die Crista nur den obersten, sehnigen Teil des Muskels, so daß die Flüssigkeit möglicherweise ins subcutane Fettgewebe gelangt und Schmerzen verursacht.

An *dorsaler* Stelle ist die Palpation des Beckenkammes wegen des kräftigeren Panniculus adiposus etwas schwieriger, gelingt aber immer. Das Aufsuchen des Injektionsortes mittels Fingerbreiten, wie oben angegeben, ist meist einfach. Bei Patienten mit Anasarca, die auf einem Gummiring liegen, besteht hingegen eine derartige Verformung des Gesäßes, daß eine sichere Orientierung unmöglich ist. Außerdem soll die Injektion in ödematöses Gewebe vermieden werden (*Tscherning*). Um das Aufsuchen der ventroglutäalen Injektionsstelle leichter und für Seiten- und Rückenlage einheitlich zu gestalten, empfehlen wir folgende Technik (siehe Abb. 1–3):

Der ventrale Schwurfinger palpiert die Spina iliaca anterior superior, greift mit dem Endglied um dieselbe herum und fixiert die verschiebbliche Haut (wie nach *von Hochstetter*). Der dorsale Schwurfinger tastet sich dem ventral sehr gut fühlbaren Beckenkamm entlang dorsalwärts, bis er nach ca. 6 cm auf die Eminentia cristae iliacae trifft.

Diese laterale Prominenz ist sehr leicht feststellbar, darf aber nicht mit der nach ventral gerichteten Spina iliaca ant. sup. verwechselt werden. Bei Unsicherheit tastet man das Ligamentum inguinale bis zu seinem lateralen Insertionspunkt, welcher mit dem gesuchten Darmbeinstachel identisch ist.

Die Kuppe des dorsalen Schwurfingers wird unmittelbar *unterhalb* der Eminentia in die Haut gedrückt und der Handteller flach auf die Hüfte des Patienten gelegt. Der Einstich erfolgt in der Nähe des dorsalen Fingers in der Höhe des proximalen Interphalangealgelenks, also ca. 3–4 Querfinger unterhalb des Beckenkammes, *senkrecht* zur Hautoberfläche. Die individuell verschiedene Fingerlänge spielt keine Rolle: nach unseren Messungen kann sich die Injektionsstelle höchstens um einen Querfinger verschieben. Durch diese Art der Bestimmung fällt die Palpation des Trochanter weg und eine zu hohe Injektion wird verunmöglicht. Die abgeänderte Technik wurde bei 400 Injektionen am Patienten und bei allen Injektionen an der Leiche angewendet.

B. Der Injektionsvorgang

Zuerst wird die Injektionsstelle gereinigt. Wir haben farbige Desogen-Tinktur verwendet. Der Vorteil gegenüber Alkohol besteht zum mindesten darin, daß der Einspritzungsort deutlich markiert wird. Eine Vernichtung

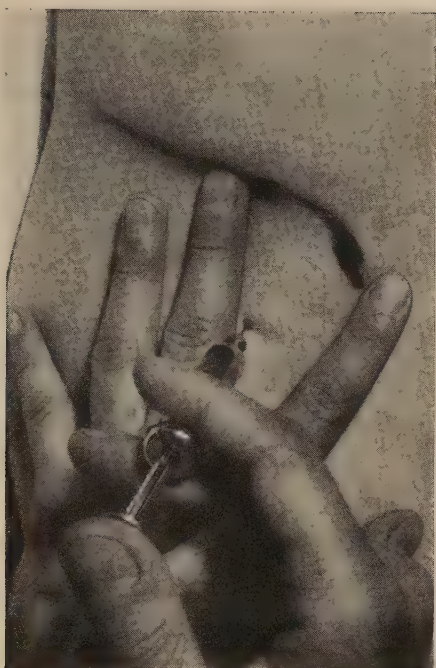


Abb. 3. Einstich bei angelegtem Handgriff (in praxi nicht nötig, da die Injektionsstelle vorher markiert wird).

der Keime in der Tiefe der Haut ist sehr fraglich (*Hübner, Hart*). *Baumann* und *Fritzsche* haben Jod-, Merfen- oder Desogen-Lösung empfohlen. Die Alkoholdesinfektion ist eine symbolische Handlung (*Regamey*). Die Haut wird mit Zeigefinger und Daumen straff gespannt, was die Schmerzhaftigkeit des Einstiches vermindert und das Eindringen der Nadel erleichtert. Die Spritze, wie ein Bleistift zwischen Daumen, Zeige- und Mittelfinger gehalten (*Zilz*), wird nun aus 2 mm Entfernung rasch und glatt durch die Haut durchgestoßen. Bei der Injektion in Rückenlage hat sich die «Untergriffhaltung» (*Dracklé*) bewährt. Durch den Einstich aus kurzer Distanz wird verhütet, daß die Nadel nur auf die Haut aufstößt und sich verbiegt, aber nicht eindringt. Beim «wurfgeschoßartigen» Einstechen ist es überdies unmöglich, die Kanüle sicher in der gewünschten Richtung zu führen. Der Hinweis auf die geringere Schmerzhaftigkeit fällt weg, da nur der Durchstich durch die Cutis schmerzhaft ist. Deshalb soll diese rasch durchstoßen und nachher die Nadel langsam vorgestoßen werden. Nur ganz selten ist das Auftreffen auf die Fascie schmerzhaft.

Wir haben 8 cm lange Nadeln benutzt. Für die ventro-glutäale Injektion sind aber auch bei Rückenlage 6 cm genügend. Dorsal reichen sogar 8 cm oft nicht aus. Läßt sich die Nadel seitlich parallel verschieben, so befindet sich die Kanülenspitze noch subcutan.

Vor der Injektion muß immer kräftig aspiriert werden. Wir haben auch nach Injektion der Hälfte des Medikaments ein zweites Mal aspiriert.

Alter bezeichnet die unterlassene Aspiration als Kunstfehler.

In der Literatur sind aber intraarterielle Injektionen beschrieben, die trotz negativer Aspiration zustande gekommen sind (*Brack, Scheid, Schönbauer*). Möglicherweise sind sie durch eine Verschiebung der Kanüle während der Injektion zu erklären, was auch bei scheinbar ruhigem Halten der Spritze der Fall sein kann, wie unsere Injektionen an Leichen gezeigt haben.

Von großer Wichtigkeit ist die langsame Injektion (*J. Lange, Bloss, Schindler, Alter* u. a. m.). Unangenehme Sensationen werden dadurch in ihrer Intensität vermindert oder unterbleiben ganz. Bei sehr empfindlichen Patienten haben wir diskontinuierlich injiziert. Jedes Mal, wenn Schmerzen auftraten, wurde die Injektion unterbrochen und erst nach deren Abklingen weiter gespritzt.

C. Vergleich der Schmerzhaftigkeit am ventro-glutäalen und am dorsalen Injektionsort

Um zu prüfen, welcher der beiden Methoden bezüglich der subjektiven Beschwerden der Vorzug zu geben ist, wurde am selben Patienten abwechselungsweise ventral und dorsal injiziert. Während und nach der Injektion wurde nach den auftretenden Empfindungen gefragt und auf die Motilität, insbesondere Innenrotation und Abduktion, geachtet.

Gewisse Medikamente, besonders die stark hypertonen (*von Hochstetter*), verursachen auch bei korrekter Injektion Mißempfindungen, deren Natur (Brennen, Krämpfe, «Schmerzen») oft im Medikamentenprospekt angeführt und deren Belanglosigkeit betont wird. Die individuelle Empfindlichkeit des Patienten scheint uns aber mindestens ebenso wichtig zu sein. Der indolente Patient verspürt unabhängig vom Medikament «rein gar nichts»; der sensible Patient klagt noch längere Zeit nach der Einspritzung eines sonst bekanntermaßen gut verträglichen Präparates. Selten wird versucht, durch Angabe heftiger Schmerzen die «leidige» Spritzenbehandlung loszuwerden.

Der Einstich wird mit ganz wenigen Ausnahmen (ca. 1,5%) immer wahrgenommen, selten ist er besonders schmerzhaft (4,6% ventro-glutäal, 2,4% dorsal). Häufig spürt der Patient «fast nichts». Die Schmerzhaftigkeit des Einstichs hängt in hohem Maße von der Qualität der Nadelspitze ab; die mittellang geschliffene ist unbedingt vorzuziehen.

Bei einer 63jährigen Frau (Osteoporose der Wirbelsäule, Spondylose) trat beim ventro-glutäalen Einstich bei der dritten Injektion ein heftiger, bis in die Zehen ausstrahlender Schmerz auf, begleitet von einer Zuckung des ganzen Körpers. Nach einer Minute war der Schmerz vollständig verschwunden. Eine Motilitäts- oder Sensibilitätsstörung trat nicht auf. Es handelte sich um einen «typischen» Ischiadicus-schmerz, wie er bei vielen Spritzenlähmungen (*Scheid, Weber, Glückert* u. a.) und bei der Infiltrationstherapie der Ischias nach *Lange (Fischler)* beobachtet wurde. Am ventro-glutäalen Injektionsort kann er nur reflektorisch, wahrscheinlich über einen Ast des N. gluteus superior oder über den Ramus cutaneus lateralis n. iliohypogastrici, entstanden sein.

Bei einem 58jährigen debilen Mann traten beim dorsalen Einstich bei der dritten Einspritzung heftige, in Oberschenkel und Leiste ausstrahlende Schmerzen auf. Die

Nadel wurde deshalb noch zwei weitere Male, sowohl ventro-glutäal wie dorsal, eingestochen, jedes Mal mit den gleichen Beschwerden. Schließlich wurde dorsal injiziert. In der Folge traten für 2½ Stunden Schmerzen in der Leiste auf. Die in die Leiste ausstrahlenden Schmerzen sind unabhängig von der angewandten Technik. *von Hochstetter* ist der Ansicht, es handle sich bei den nach korrekter Injektion auftretenden Beschwerden um Gefäßschmerzen. Tatsächlich entsprechen sie in ihrer Ausdehnung weder einem Nerven noch einem Dermatome. Die Schmerzen in der Inguinalgegend könnten deshalb durch die Verbindung der A. glutea superior mit der A. circumflexa femoris lateralis zustande kommen.

60% aller Injektionen wurden als «nicht empfunden» angegeben. Diese Zahl mag enttäuschen, scheint man doch viel häufiger auf die Frage nach schmerzhaften Sensationen ein klares Nein zu erhalten. Es ist aber zu berücksichtigen, daß wir nicht nur nach Schmerzen, sondern auch nach belanglosen Empfindungen gefragt haben. Viele Patienten gaben erst nach wiederholtem Fragen an, sie hätten «etwas» gespürt. Diese Zurückhaltung ist wohl darauf zurückzuführen, daß die Kranken sich nicht den Anschein von Wehleidigkeit geben wollten. Deshalb ist unseres Erachtens die Anzahl von 60% «nicht empfundenen» Injektionen, bei denen der Patient außer dem Einstich «rein gar nichts» verspürt hat, immer noch zu groß. Ein wesentlicher Unterschied an den beiden Einspritzungsorten besteht nicht (ventro-glutäal 59,5%, dorsal 61,6%). Sensationen nur während der Injektion bestanden ventro-glutäal in 12,4% und dorsal in 9,4%. Sie waren sehr mannigfaltig und bestanden in: «es fließt etwas hinein», «es verteilt sich», «es drückt», «es fließt etwas das Gesäß oder das Bein hinunter» (nach ventro-glutäaler Injektion eher vorne und seitlich, nach dorsaler Injektion eher hinten), Spannen und Brennen am Injektionsort. Durch raschere Injektion steigern sich diese Empfindungen in ihrer Intensität und halten längere Zeit an. Bei psychisch gestörten Patienten treten die Schmerzen allerdings auch auf, wenn nur die Nadel eingestochen wird und die Injektion unterbleibt. «Krämpfe» in der Wade waren sehr selten und konnten nicht objektiviert werden, die Muskulatur blieb immer völlig entspannt.

Bis 10 Minuten nach der Injektion anhaltende Beschwerden traten in 11,8% (ventro-glutäal) bzw. in 13,8% (dorsal) auf. Es handelt sich um die oben beschriebenen Empfindungen, am häufigsten um einen leichten Druck. Sie schränkten die Beweglichkeit des Beines in keiner Weise ein und bestanden in der überwiegenden Mehrzahl nur während 3 Minuten. Sensationen bis 2 Stunden nach der Injektion wurden in 8,0% (ventro-glutäal) und 6,1% (dorsal) angegeben. Hier dominierten Ziehen, Spannen und «Schmerzen». Eigenartig ist die Angabe über ein Druckgefühl in der Hinterbacke, das entfernt vom Injektionsort und unabhängig von der angewendeten Technik verspürt wird. Läßt man sich die schmerzende Stelle zeigen, so tippt der Patient genau auf den Austrittspunkt des Ischiadicus. Alle diese Beschwerden bestehen meist nur während 15–30 Minuten und verschwinden vollkommen. Die Patienten geben oft an, das Bein schonen zu müssen. Objektiv besteht aber keine Einschränkung der rohen Kraft und der Gang ist normal.

Einzig ein Patient, der 12 BAL-Injektionen erhielt, mußte für $\frac{1}{4}$ Stunde absitzen. Er verspürte regelmäßig 10 Minuten nach der Einspritzung Krampfsensationen in der Wade, die mit zunehmenden Intervallen und in der Heftigkeit abnehmend bis maximal 2 Stunden dauerten. Diese, auch im Prospekt angeführten «Krämpfe» verminderten sich mit steigender Zahl der Injektionen und verursachten nach dorsaler Einspritzung weniger Beschwerden. Ein Äthyliker klagte jedesmal noch während der Injektion (Penicillin) über «Krämpfe». Die Attacken dauerten $\frac{1}{2}$ Minute und wiederholten sich während $\frac{1}{4}$ Stunde zwei- bis dreimal. Sie traten auch auf, wenn die Injektion unterblieb!

Die bisher beschriebenen Beschwerden wurden nach Einspritzung folgender Medikamente angegeben: BAL (2 cm³), Calcium 10% (10 cm³), Chlorpromazin (5 cm³), Goldphosphorverbindung (1 cm³), Hormonpräparate (1 cm³), Leberextrakte (2 bis 5 cm³), Muskelgesamtextrakt (2 cm³), Penicillin-Streptomycin-Kombination (2 cm³), Phenobarbital (2 cm³), Phenylbutazon (3 cm³), Procain-Penicillin (2 cm³), Quecksilberdiureticum (1–2 cm³), Streptomycin (2 cm³), Theophyllinderivat (2 cm³), Vitamin-B-Komplex (2 cm³).

In 7,5% der ventro-glutäalen und in 8,4% der dorsal applizierten Einspritzungen dauerten die Sensationen bis 2 Tage. In der überwiegenden Mehrzahl bestanden sie aber nur bis zu 6 Stunden. Am häufigsten war es ein leichter Druck oder ein Ziehen im Oberschenkel, die besonders beim Gehen oder beim Bücken empfunden und deshalb vorwiegend von ambulanten Patienten angegeben wurden. Bei zwei verschiedenen Patientinnen trat beim ventro-glutäalen Einstich ein zuckender Schmerz in die Leiste auf, dem für 24 Stunden Druckgefühl in dieser Gegend folgte.

Die in diesen Fällen verwendeten Medikamente waren: ACTH (1 cm³), Chlorpromazin, Kombination von Hypophysenhinterlappenextrakt und Adrenalin (1 cm³), Penicillin-Streptomycin-Kombination, Phenylbutazon, Procain-Penicillin, Theophyllinderivat, Vitamin-B-Komplex.

Schmerzen bis zu einer Woche waren selten (0,8 bzw. 0,7%) und wurden nur bei ambulanten Patienten beobachtet. 2mal klagte ein Patient nach Injektionen einer Goldphosphorverbindung am ventro-glutäalen Ort über Druck und Ziehen an der Injektionsstelle beim Bücken. 4mal traten dreitägige Schmerzen bei einem psychisch alterierten Patienten nach Applikation eines Leberkältedialysats auf, das 2mal dorsal und 2mal ventro-glutäal injiziert worden war. Während der Injektion traten jedesmal Wadenkrämpfe auf. Die Beschwerden waren an beiden Injektionsstellen gleich. Der Patient zeigte eine vorübergehende Abduktionsschwäche und mußte hinken. Einmal trat nach 2 cm³ Phenobarbital am dorsalen Injektionsort ein kleines Hämatom in der Tiefe auf, das 4 Tage lang beim Gehen ein schmerzhaftes Ziehen verursachte.

Bei einem Patienten (Lues latens) treten 2 Stunden nach der dritten Penicillininjektion «heftiges Reißen» und Schwäche im Bein auf. Eine Stunde später kommen Schweiß und 40° Fieber hinzu. Nach 24 Stunden ist Patient subfebril und hat nur noch geringe Schmerzen im Bein. Die vierte Injektion ist völlig beschwerdefrei, nach der fünften wiederholen sich die oben genannten Erscheinungen. Eine allergologische Abklärung ergab eine positive Reaktion auf Trichophyton (1:1000) und Penicillin (nach 24 Stunden positiv). Die Injektionen sind nicht unserer Serie zugezählt worden.

Tabelle 4

	Einstichort	
	ventro-glutäal %	dorsal %
Empfindungen beim Einstich:		
heftiger Schmerz	4,6	2,4
normal empfunden	94	96
nicht empfunden	1,4	1,6
Empfindungen während und nach der Injektion:		
nach Angabe «nicht empfundene» Injektion	59,5	61,6
Empfindungen nur sub injectio . .	12,4	9,4
Empfindungen bis 10 Min. post inject.	11,8	13,8
Empfindungen bis 2 Std. post inject.	8,0	6,1
Empfindungen bis 2 Tage post inject.	7,5	8,4
Empfindungen bis 1 Woche post inject.	0,8	0,7
	100,0	100,0

Tabelle 4 zeigt, daß sich die beiden Methoden bezüglich der Schmerzdauer kaum unterscheiden. Nur die kurze Zeit und die bis zu maximal 2 Stunden anhaltenden Beschwerden sind bei ventro-glutäaler Injektion in geringem Maße (2,9 %) vermehrt. Die Schmerzintensität war an beiden Orten praktisch gleich (siehe auch Tab. 6. und 7).

Tabelle 5
Unterteilung in ambulante und hospitalisierte Patienten

Schmerzen während und nach der Injektion	Ambulante Patienten		Spitalpatienten	
	ventroglutäal %	dorsal %	ventroglutäal %	dorsal %
Nach Angabe «nicht empfundene» Injektion	48,4	44,7	70,6	78,6
Empfindungen nur sub inject.	13,7	11,9	11,1	6,8
Empfindungen bis 10 Min. post inject.	12,1	15,1	11,5	12,5
Empfindungen bis 2 Std. post inject.	12,5	11,4	3,6	0,7
Empfindungen bis 2 Tage post inject.	11,7	15,5	3,2	1,4
Empfindungen bis 1 Woche post inject.	1,6	1,4	—	—
	100,0	100,0	100,0	100,0

Tabelle 5 zeigt, daß die intramuskuläre Injektion für den ambulanten Patienten unangenehmer ist, besonders was die länger dauernden Beschwerden betrifft. Die geringere Zahl empfindungsloser Injektionen ist darauf zurückzuführen, daß die durch das Medikament gereizte Muskulatur nur bei Bewegung stärkere Beschwerden verursacht. Auffällig ist die große Zahl der Injektionen mit unangenehmen Sensationen bis zu 2 Tagen. Es muß aber nochmals betont werden, daß diese Beschwerden meist nur während 4–6 Stunden bestehen. In dieser Zeitspanne bemerkt sie der Patient häufig nur momentan bei besonderen Anstrengungen (Treppensteigen, Bücken usw.).

D. Zwischenfälle

Ernsthafte Komplikationen wurden nie beobachtet. Am *dorsalen* Injektionsort wurde insgesamt 3mal Blut aspiriert. Das eine Mal wurde bei einem kachektischen Patienten ein kräftiger hellroter Blutstrom erhalten, wahrscheinlich durch Anstechen der A. glutaee cranialis. Die Injektion unterblieb, Folgen wurden keine beobachtet. 2mal floß ein dünner Strahl dunkelroten Blutes in die Spritze. Die Injektionsstelle wurde deshalb gewechselt.

Einmal traten 2 Stunden nach einer Injektion von Phenobarbital Schmerzen in der Tiefe der Hinterbacke auf. Man palpizierte eine kirschengroße, fluktuierende Resistenz, die nach 4 Tagen verschwand. Wahrscheinlich war es ein kleines Hämatom. 2mal beobachteten wir beim gleichen Patienten große subcutane Hämatome, die sich entlang der lateralen Fläche des Oberschenkels bis in die Kniekehle erstreckten. Der Patient stand unter Antikoagulation, die Bestimmung am folgenden Morgen ergab einen Prothrombinwert von 5%.

Bei einem Patienten, der nach einer Endocarditis lenta in Nachbehandlung stand, trat nach 6 Wochen ein Infiltrat auf. Dieses lag am oberen Rand des M. glutaee maximus und muß durch eine frühere Injektion (Penicillin-Streptomycin) zustande gekommen sein, da wir nie über diesem Muskel eingestochen hatten. Eine auswärts beobachtete, mehr als handtellergroße Nekrose erstreckte sich zu einem großen Teil in den unteren medialen Quadranten und entstand wohl durch eine Injektion in den »oberen äußeren Quadranten« der Gesäßbacke.

Am *ventro-glutäalen* Injektionsort wurde 2mal Blut aspiriert. Da es sich nur um kleinste Mengen handelte, die keinem größeren Gefäß entstammen konnten, wurde lediglich die Richtung der Nadel geändert.

Es zeigt sich somit, daß Komplikationen (Gefäßläsionen, Hämatome, Infiltrate, Nekrosen) am dorsalen Ort häufiger sind.

E. Beurteilung der beiden Methoden durch den Patienten

Von den 66 ambulanten Patienten mit insgesamt 470 Injektionen wurden 28 aus der Beurteilung ausgeschlossen, weil sie nur je 2–3 Einspritzungen erhalten hatten. Die verbleibenden 38 Patienten mit durchschnittlich 10,6 Injektionen äußerten sich folgendermaßen:

Tabelle 6

33 bemerkten keinen Unterschied,
3 zogen die dorsale Injektion vor,
2 zogen die ventro-glutäale Injektion vor.

An 38 hospitalisierten Patienten wurden 530 Injektionen vorgenommen. Bei 4 Patienten wurde nur die neue Technik verwendet. Die übrigen 34 erhielten durchschnittlich 14,8 Einspritzungen.

Tabelle 7

29 bemerkten keinen Unterschied,
3 zogen den dorsalen Injektionsort vor,
2 zogen den ventro-glutäalen Injektionsort vor.

Die Meinung der Patienten wechselte jedoch oftmals während der Behandlung. Nach mehreren, vorerst nur dorsal vorgenommenen Injektionen wurde die Technik nach *von Hochstetter*, die das dorsale zerstoichene Gebiet vermied, gerühmt und umgekehrt. Die Patienten wurden deshalb mehrmals um ihr Urteil gebeten. Eine vollständige Ablehnung einer Methode wurde nie geäußert.

Die vergleichende Untersuchung der subjektiven Beschwerden ergibt also, daß die Injektion am ventro-glutäalen Ort nur in sehr geringem Maße unangenehmer empfunden wird als am dorsalen.

Von 4 Ärzten, welche die Einspritzungen nach der Methode von *von Hochstetter* verabreichten, fanden 2 den ventro-glutäalen Injektionsort etwas bzw. deutlich weniger schmerzhaft als den dorsalen, 1 bemerkte keinen Unterschied, während der vierte am dorsalen Ort weniger Schmerzen beobachtet hat.

VI. Besprechung der Resultate

Der ventro-glutäale Injektionsort hat sich bei 500 kontrollierten Einspritzungen als sehr vorteilhaft erwiesen. Selbst bei schwer kachektischen Patienten, bei denen die stark reduzierten Weichteile der übrigen Glutäalgegend eine intramuskuläre Injektion nicht mehr ermöglichen, findet sich ventral stets genügend Muskulatur für die Einspritzung.

Die Vorteile des ventro-glutäalen Injektionsortes sind die folgenden:

1. Die Injektionsstelle läßt sich durch die Palpation der Spina iliaca anterior superior und der Eminentia cristae iliaceae eindeutig bestimmen.
2. Die Muskulatur ist stärker entwickelt als am bisherigen Injektionsort.
3. Größere Gefäße und Nerven werden weder durch die Nadel noch durch die gebräuchlichen Injektionsvolumina erreicht.
4. Das subcutane Fettgewebe ist im Gegensatz zum bisherigen Injektionsort selbst bei starker Adipositas nicht mehr als 4 cm dick, weshalb auch mit der «normalen» Nadel von 4–5 cm Länge praktisch immer «intramuskulär» injiziert werden kann.
5. Der Injektionsort liegt an keiner durch Decubitus gefährdeten Stelle.
6. Die Gegend wird weniger stark und seltener von Ödem betroffen.
7. Die Injektion ist sowohl stehend wie liegend, und zwar auch in Rückenlage, möglich.
8. Die normale Ruhelage des Patienten wird durch eventuell auftretende Infiltrate nicht behindert.

Die Schmerzhaftigkeit ist in dieser Gegend kaum nennenswert größer. Der Schmerz braucht aber nicht als Symptom einer gefährlichen Nervenschädigung gefürchtet zu werden, wie dies bei dorsaler Einspritzungstechnik häufig der Fall ist. Wohl blickt der Patient der ersten Injektion an ventroglutäaler Stelle manchmal ängstlich entgegen mit der Begründung, «hier sei es sicher sehr schmerzhaft» bzw. «man sticht in den Bauch». Befragt man ihn aber nachher, an welchem Ort eben gespritzt worden sei, so kann er die Stelle meist gar nicht sicher lokalisieren.

Die neue Injektionstechnik bietet sowohl dem Arzt wie dem Patienten erhebliche Vorteile. Durch ihre Einführung in die tägliche Praxis dürfte die Gefahr der schweren Spritzenschädigungen gebannt sein.

Zusammenfassung

Die Arbeit befaßt sich mit der Technik der intramuskulären Injektion. Durch Untersuchungen an 73 Leichen wird bestätigt, daß die Gefahr schwerer «Spritzenschädigungen» nach intraglutäalen Einspritzungen durch die Methode der Injektion in die kleinen Glutäen (*von Hochstetter*) praktisch ausgeschaltet werden kann. Für dieses neue Einspritzungsgebiet wird die topographische Bezeichnung «*ventro-glutäaler Injektionsort*» vorgeschlagen. Durch die geringe Entwicklung des Panniculus adiposus und durch die große Muskeldicke an diesem Ort wird die subcutane Fehldeponierung vermieden. An Lebenden wurden 1000 Injektionen vorgenommen, 500 am ventroglutäalen und 500 am bisher gebräuchlichen Injektionsort über dem dorsalen Teil des M. gluteus medius. Die vergleichende Untersuchung der subjektiven Beschwerden der Patienten ergab, daß sowohl die Schmerzdauer wie die Schmerzintensität an den beiden Injektionsstellen nur unwesentlich differieren. Das Urteil der Kranken über die neue Methode war durchaus günstig. Beschwerden traten bei ambulanten Patienten nach intraglutäaler Injektion häufiger und in stärkerer Intensität auf als bei hospitalisierten Kranken. Der neue Einspritzungsart gestattet die intraglutäale Injektion auch in Rückenlage. Zur Bestimmung des Injektionsortes wurde der *von Hochstettersche* Handgriff etwas abgeändert: Von der oft schwierigen Palpation des Trochanters wird abgesehen, es werden nur die Spina iliaca anterior superior und die Eminentia cristae iliacae gesucht. Auf Grund der vorliegenden Untersuchungen wird die Einführung der neuen Injektionstechnik in die tägliche Praxis empfohlen.

Alter, W.: Münch. med. Wschr. **86**, 660 und 1131 (1939). – *Auspitz*: zit. nach *Matthés*. – *Ballmann, E.*: Dtsch. med. Wschr. **63**, 508 (1937). – *Balzer, F.*, und *Reb-laub, Th.*: Bull. méd. **2**, 1219 (1888). – *Baumann, E.*: Sterilisation und sterile Aufbewahrung von Spritzen und Hohlnadeln. Schwabe, Basel 1948. – *Bettmann*: in *Kobert, R.*: Ther. Technik für die tägliche Praxis. Leipzig 1910. – *Birkenfeld, W.*: Med. Klin. **34**, 903 (1938). – *Bloss, W.*: Z. ärztl. Fortbild. **38**, 428 (1941). – *Bodechtel, G.*: Dtsch. med. Wschr. **77**, 669 (1952). – *Brack, W.*: Schweiz. med. Wschr. **55**, 681 (1925). – *Buschke, A.*: Therapie an den Berliner Universitätskliniken. Urban und

Schwarzenberg, Berlin 1903. – *Christahl, K. H.*: Münch. med. Wschr. **87**, 840 (1940). – *Demme, H.*: Arch. orthop. Unfall.Chir. **38**, 205 (1937). – *Derwort, A.*: Nervenarzt **25**, 317 (1954). – *Döllken*: in Goldhahn-Hartmann: Chirurgie und Recht. Enke, Stuttgart 1937. – *Drucklé, W.*: Hefte Unfallheilk. **1954**, 114. – *Fischler*: Münch. med. Wschr. **54**, 1569 (1907). – *Fried, E.*: Dtsch. med. Wschr. **59**, 897 (1933). – *Friedrich, H.*: Med. Klin. **34**, 1643 (1938). – *Fritzsche, E.*: Schweiz. med. Wschr. **75**, 932 (1945). – *Fuhrmann, W.*, und *Grünwaldt, G.*: Chirurg **26**, 210 (1955). – *Glückert, H.*: Med. Welt **20**, 244 (1951). – *Glückert, H.*, und *Benoit, W.*: Nervenarzt **23**, 17 (1952). – *Goldhahn, R.*, und *Schläger, M.*: Fehler und Gefahren bei Einspritzungen und ihre rechtlichen Folgen. Enke, Stuttgart 1948. – *Hart, A.*: Zbl. Chir. **68**, 1028 (1941). – *von der Heydt, A.*: Med. Mschr. **2**, 158 (1948). – *von Hochstetter, A.*: Schweiz. med. Wschr. **84**, 1226 (1954); **85**, 1138 (1955); **86**, 69 (1956); Schweiz. Ärztezgt. **37**, Nr. 18 (1956). – *Hübner, A.*: Chirurg **12**, 725 (1940). – *Jørgensen, G.*: Ärztl. Wschr. **12**, 115 (1957). – *Kalk, H.*, und *Frobenius*: Dtsch. med. Wschr. **65**, 321 (1939). – *Kestermann, E.*: Med. Welt **11**, 678 (1937). – *Kolb, L.*, und *Gray, S.*: J. Amer. med. Ass. **132**, 323 (1946). – *Kolle, K.*: Dtsch. med. Wschr. **76**, 367 (1951). – *Köstlin, H.*: Arch. orthop. Unfall-Chir. **40**, 226 (1940). – *Kottmann, K.*: Schweiz. med. Wschr. **57**, 409 (1927). – *Kübs, F.*: Med. Klin. **35**, 376 (1939). – *Lane, E.*: Brit. med. J. **1908/I**, 678. – *Lange, J.*: Ärztl. Wschr. **10**, 742 (1955). – *Lange, M.*: Schweiz. med. Wschr. **84**, 1008 (1954). – *von Lanz, T.*, und *Wachsmuth, W.*: Praktische Anatomie, Bd. 1, Teil IV: Bein und Statik. Springer, Berlin 1938. – *Löwenstein, S.*: Nervenarzt **3**, 141 (1932). – *Lüthy, F.*: Schweiz. med. Wschr. **85**, 1065 und 1092 (1955). – *Luton, A.*: Arch. gén. Méd. **2** (VIIe série) 526 (1882). – *Matthés, G.*: Memorabilien **24**, 262 (1879). – *Moritsch, P.*: Wien. klin. Wschr. **67**, 333 (1955). – *Morandi, G.*: Policlinico, Sez. prat. **347**, 353 (1941). – *Nedelmann, E.*: Dtsch. med. Wschr. **59**, 534 (1933). – *Neisser, A.*: Über moderne Syphilistherapie. Marhold, Halle 1911. – *Perret, W.*: Schweiz. Ärztezgt. **35**, 59 (1954); Hefte Unfallheilk. H. 47 (1954). – «Pharmakologie und Klinik», Sandoz Nr. 7. – *Port, Th.*: Zahnärztl. Welt **10**, 538 (1955). – *Prader*: zit. nach Schärer. – *Regamey, R.*: Schweiz. med. Wschr. **69**, 874 (1939). – *Remak, E.*: Neuritis und Polyneuritis. Wien 1900. – *Schadek, K.*: Wien. med. Presse **28**, 913 und 948 (1886). – *Schärer, K.*: Diss. Zürich 1956. – *Scheid, W.*: Münch. med. Wschr. **87**, 311 (1940). – *Schindler, C.*: Dtsch. med. Wschr. **37**, 948 (1912). – *Schmitt*: Münch. med. Wschr. **59**, 694 (1912). – *Schmuttermayer, F.*: Wien. klin. Wschr. **49**, 1197 (1936). – *Schönbauer, L.*: Wien. med. Wschr. **105**, 22 (1955). – *Schwartz, K.*: Med. Klin. **34**, 1324 (1938). – *Stepp, W.*: Münch. med. Wschr. **85**, 105 (1938). – *Stöcklin, H.*: Schweiz. med. Wschr. **77**, 85 (1947). – *Stör, O.*: Chirurg **5**, 171 (1933). – *Stursberg, H.*: Münch. med. Wschr. **81**, 709 (1934); Wien. med. Wschr. **103**, 365 (1953). – *Tscherning, R.*: Dtsch. med. Wschr. **53**, 1465 (1927). – *Trutmann, H. W.*: Praxis **31**, 722 (1942). – *Uhlenbruck*: Münch. med. Wschr. **78**, 1256 (1931). – *Wanke, R.*: Med. Welt **16**, 224 (1942). – *Weber, G.*: Diss. München 1951. – *Wigand, R.*: Münch. med. Wschr. **86**, 450 (1939). – *Wilder, J.*: Jb. Psychiat. Neurol. **43**, 215 (1924). – *Ziehen*: Münch. med. Wschr. **83**, 364 (1936). – *Zilz, U.*: Med. Welt **15**, 1319 (1941).

Herrn Prof. Dr. *O. Gsell* und Herrn PD. Dr. *H. K. von Rechenberg* schulde ich großen Dank für die freundliche Wegleitung bei der vorliegenden Arbeit.

Meinen verbindlichen Dank möchte ich Herrn Prof. Dr. *A. Werthemann*, Direktor der Pathologisch-anatomischen Anstalt der Universität Basel, für die wertvolle Unterstützung und Herrn PD. Dr. *J. Im Obersteg*, Direktor des Gerichtlich-medizinischen Instituts der Universität Basel, für die Erlaubnis zur Durchführung der Untersuchung an einigen Leichen aussprechen.

Herrn Prof. Dr. *H. Ludwig*, Direktor der 2. medizinischen Abteilung des Bürgerspitals Basel, danke ich bestens dafür, daß ich auf seiner Abteilung die Injektionen an hospitalisierten Patienten vornehmen durfte.

Mein Dank gilt auch Herrn PD. Dr. *A. von Hochstetter*, Prosektor am anatomischen Institut Fribourg, Herrn *Stulz* sowie den 20 praktizierenden Ärzten für die wertvollen Ratschläge und Mitteilungen.

Curriculum vitae

Ich bin am 11. September 1929 in Basel geboren. Hier besuchte ich die Primarschule und das Realgymnasium und erhielt 1948 das Reifezeugnis. Anschließend immatrikulierte ich mich an der Universität Basel, wo ich die propädeutischen Prüfungen und 1956 das Staatsexamen bestand.

